Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 357-365

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 365-357

مقاله علمی-پژوهشی

ارزیابی محتوی آلفا و گاماتوکوفرول در بادام درختی، فندق، بادام‌زمینی و پسته در طی فرآیند برشته کردن

رضا فرهمندفر[1]* - سمیه سلمانی[2و3] - هدا فهیم[2]

تاریخ دریافت: 1397/07/15
تاریخ پذیرش: 1398/06/23

چکیده

برشته کردن یکی از فرآیندهایی است که مقدار ترکیبات مغزهای خوراکی را تغییر می‌دهد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر شرایط برشته کردن بر میزان محتوی آلفا و گاماتوکوفرول بود. در مطالعه حاضر، اثر دما (120 و 150 درجه سانتی‌گراد)، و زمان (صفر، 20، 30 و 40 دقیقه) برشته کردن بر میزان آلفاتوکوفرول و گاماتوکوفرول باقی مانده در چهار مغز بادام درختی، فندق، بادام‌زمینی و پسته مورد بررسی قرار گرفت. برشته کردن یکی از روش‌های معمول فرآوری مغزهای خام بوده که می‌تواند بر مقدار توکوفرول مغزها اثر بالایی داشته باشد. نتایج نشان دادند که مقدار آلفاتوکوفرول بادام درختی در دمای 120 درجه سانتی‌گراد و گاماتوکوفرول در هر دو دمای اعمالی در طول 20 دقیقه ابتدایی برشته کردن افزایش یافته ولی با ادامه فرآیند تا 40 دقیقه مقدار آن کاهش یافت. در فندق، بادام‌زمینی و پسته نیز مقدار آلفا و گاماتوکوفرول تا دقیقه 20، افزایش یافته ولی در ادامه حرارت‌دهی کاهش یافت. به‌طور کلی در دمای 150 درجه سانتی‌گراد، پس از 20 دقیقه میزان توکوفرول مغزها شروع به کاهش کرد در حالی که در دمای 120 درجه سانتی‌گراد روند کاهشی پس از 30 دقیقه نمود یافت. افزایش مقدار توکوفرول‌ها در ابتدای برشته کردن به سبب آسیب دیواره‌های سلولی بوده و توکوفرول‌های متصل به ترکیباتی همچون فسفولیپیدها با سهولت بیشتری خارج می‌شوند. در ادامه برشته کردن، به دلیل حساسیت این ترکیبات به حرارت، تجزیه حرارتی آنها رخ داده و کاهش می‌یابند.

واژه‌های کلیدی: بادام درختی، بادام‌زمینی، برشته کردن، پسته، فندق

مقدمه

مغزها منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها و نیز ترکیبات زیست‌فعال همچون پلی‌فنول‌ها، پلی‌استرول‌ها، توکوفرول‌ها و توکوتری‌انول‌ها می‌باشند (Jensen and Lauridsen, 2007). توکوفرول‌ها شامل هشت همولوگ طبیعی هستند که همگی خانواده ویتامین E را تشکیل می‌دهند (Chun, 2002). ویتامین E به‌عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی به‌خوبی شناخته شده است، این دسته از ترکیبات با مهار رادیکال‌های آزاد، مانع از آسیب به بافت‌ها می‌شوند (Butinar *et al*., 2011). در بین ایزومرهای ویتامین E، آلفاتوکوفرول بیشترین فعالیت و توان بیولوژیکی را داشته و گاماتوکوفرول نیز به‌عنوان ایزومری که بالاترین پتانسیل حذف رادیکال‌های آزاد را دارد، شناخت می‌شود (Grilo *et al*., 2014). همچنین در سال‌های اخیر اثر ویتامین E بر سیستم ایمنی و بیماری‌هایی همچون سرطان، بیماری‌های قلبی-عروقی و ... نیز توجه محققان را به‌خود جلب نموده است (Wagner *et al*., 2004).

برشته کردن یکی از روش‌های قدیمی فرآوری مغزها و دانه‌ها می‌باشد که سبب ایجاد طعم و مزه متفاوت در آنها می‌گردد (Schlörmann *et al*., 2015). در حقیقت برشته کردن سبب تغیراتی در ترکیب شیمیایی و ریزساختار دانه‌ها و مغزها شده که از جمله آنها کاهش میزان آب، تغییر رنگ، تغییر چربی و... را می توان نام برد. همچنین برشته کردن در نتیجه واکنش میلارد سبب تولید ترکیبات موثره عطر و طعم در این فرآورده‌ها می‌گردد (Alamprese *et al*., 2009). از طرفی، حرارت در حین برشته کردن می‌تواند سبب تغییر مقدار اجزای مغزها از جمله ترکیبات ویتامینی، آنتی‌اکسیدانی و... شود (Ballistreri

1 و 2- به‌ترتیب دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.
3- کارشناس، آزمایشگاه کنترل مواد خوراکی، آشامیدنی و آرایش بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه.
(* - نویسنده مسئول: Email: r.farahmandfar@sanru.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i4.75820

(*et al*., 2009) با توجه به اهمیت ایزومرهای ویتامین E از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و از طرف دیگر حساسیت این ترکیبات نسبت به اکسیداسیون (خصوصاً در مغزهای برشته شده) این مطالعه به دنبال بررسی اثر برشته کردن در آون در دو دمای 120 و 150 درجه سانتی‌گراد در مدت زمان‌های صفر، 20، 30 و 40 دقیقه بر میزان آلفا و گاماتوکوفرول موجود در چهار مغز بادام، فندق، بادام‌زمینی، و پسته انجام شد.

مواد و روش‌ها

بادام درختی (*Prunus dulcis*)، فندق (*Corylus avellana*)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*) و پسته (*Pistacia vera*) از بازارهای محلی شهرهای ساری، تهران و کرمانشاه تهیه گردید. آلفاتوکوفرول و گاماتوکوفرول از sigma-Aldrich تهیه شد. اتیل استات، استیک اسید هگزان با درجه HPLC و اتانول، هیدروکسید پتاسیم و اسکوربیک اسید از Merck خریداری شد.

شرایط دستگاهی

دستگاه HPLC (Knuer، آلمان) مجهز به پمپ s1000، دتکتور 22600 UV و ستون (4.6 mm × 25cm, 5µm particle size) supeleosil lc-si استفاده شد. فاز متحرک هگزان/ اسید استیک/ استات اتیل به‌ترتیب با نسبت حجمی 1:1:198 بود.

برشته کردن

مغزهای خام به‌طور جداگانه روی سینی‌های آلومینیومی به‌صورت تک لایه پهن شدند و در یک آون با جابجایی هوا در دو دمای 120°C و 150°C و سه زمان 20، 30 و 40 دقیقه حرارت داده شدند.

آماده‌سازی نمونه

نمونه‌ها پس از برشته کردن در شرایط مختلف دمایی و زمانی با استفاده از یک مخلوط‌کن به‌صورت پودر ریز در آمدند. 0/5 گرم نمونه و 0/05 گرم اسکوربیک اسید داخل یک لوله 16× 125 میلی‌لیتر وزن کرده، 0/5 ml اتانول 90/2% و 0/5 ml پتاس به محتویات لوله اضافه و به مدت 30s ورتکس شد. لوله را به مدت 30 دقیقه در بن‌ماری قرار داده و هرچند وقت یک‌بار ورتکس گردید. سپس به مدت 5 دقیقه در حمام یخ قرار داده، 3 ml آب دیونیزه، 5 ml هگزان به لوله اضافه کرده و برای 30s ورتکس شد. لوله به مدت 10 دقیقه با سانتریفوژ با سرعت 1000 دور بر ثانیه در دمای محیط سانتریفوژ گردید. سپس لایه هگزان را به لوله دیگر انتقال داده و عمل استخراج را با 5 ml هگزان روی لوله اولی انجام داد و لایه هگزان جدا و به لوله دوم اضافه شد. هگزان با استفاده از جریان نیتروژن تبخیر کرده و 1 ml فاز متحرک به لوله اضافه و ورتکس گردید. نمونه حاصل، به دستگاه HPLC تزریق شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

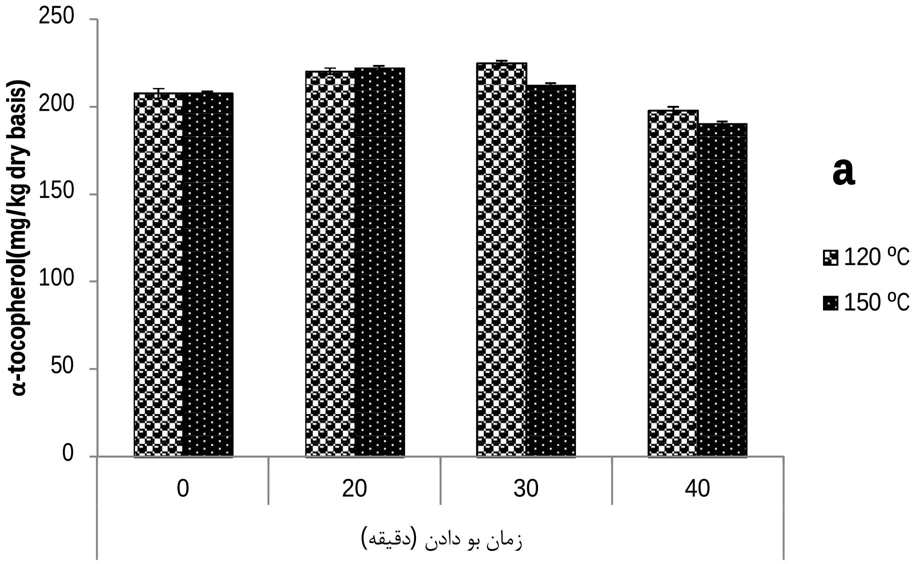
در این تحقیق، تجزیه و تحلیل نتایج در قالب فاکتوریل، با طرح آماری کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان 95% انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده نرم‌افزار SAS و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت پذیرفت.

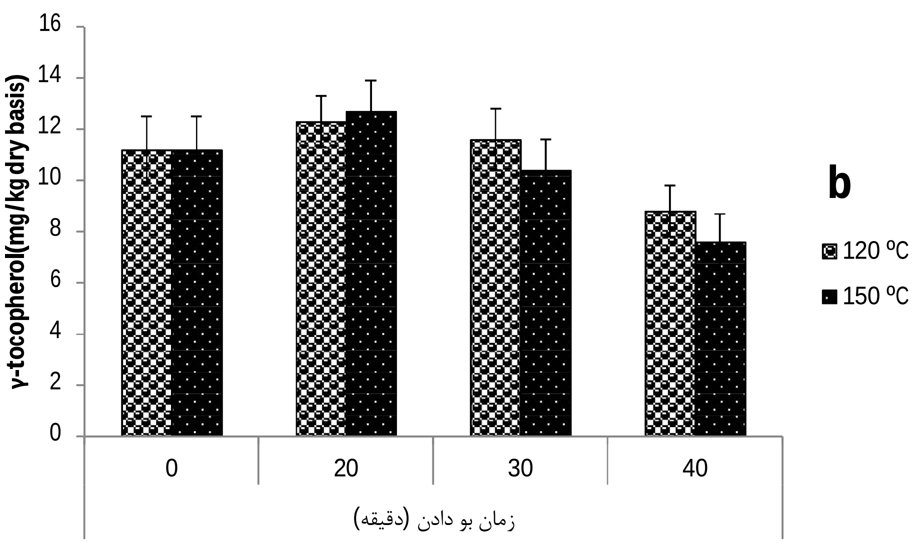
نتایج و بحث

بادام درختی

تغییرات میزان آلفا و گاماتوکوفرول در شکل 1 آورده شده است. با توجه به شکل، حرارت‌دهی در دمای 150 درجه سانتی‌گراد به مدت 20 دقیقه و دمای 120 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه سبب افزایش میزان آلفاتوکوفرول بادام درختی شد که با افزایش زمان حرارت‌دهی میزان آن سیر نزولی یافت. میزان گاماتوکوفرول نیز در هر دو دمای حرارت‌دهی با 20 دقیقه حرارت دادن افزایش اندکی داشته ولی با افزایش زمان مقدار آن رو به کاهش گذاشت که این کاهش در دمای 150 درجه سانتی‌گراد با شیب شدیدتری نمایان شد. در این مطالعه میزان آلفاتوکوفرول در نمونه های بادام درختی به‌طور کلی بسیار بالاتر از میزان گاماتوکوفرول بود که با مطالعات پیشین در این رابطه مطابقت داشت (Kodad *et al*., 2006). تاکنون گزارشات مبنی بر تغییرات میزان آلفاتوکوفرول در بادام درختی برشته شده و خام تحت تاثیر برشته کردن روندهای بسیار متفاوتی را نشان داده‌اند. علیرغم این که گزارشات بسیاری در رابطه با تخریب و از بین رفتن توکوفرول‌ها با افزایش زمان برشته کردن وجود دارد (Pokorny *et al*., 2001) در مطالعه ای که توسط Delgado-Zamarreno و همکاران (2001) انجام شد، گزارش گردید که میزان آلفاتوکوفرول بادام درختی خام پس از برشته کردن افزایش می‌یابد. روند تغییرات متناقض آلفاتوکوفرول پیش و پس از برشته کردن می‌تواند مرتبط با واریته بادام مورد استفاده باشد. در این رابطه Garcıa-Pascual و همکاران (2003) گزارش کردند که میزان آلفا توکوفرول در برخی از واریته‌های بادام درختی پس از برشته کردن کاهش یافته (*Marcona* و *Planeta*) در حالی که در دو واریته دیگر مورد بررسی (*Desmayo Largueta* و *Nonpareil*) توسط آنها پس از برشته کردن میزان آلفاتوکوفرول افزایش یافته بود. افزایش میزان توکوفرول در واریته بادام مورد استفاده در کار ما در ابتدای برشته کردن می‌تواند مرتبط با آسیب به غشاء باشد که در اثر آن توکوفرول به درون روغن حاصله رها شده است (Vaidya and Choe, 2011)، میزان آزاد شدن توکوفرول خصوصاً ایزومر آلفا تحت تاثیر دمای برشته کردن نیز قرار داشت. همانطور که در شکل مشخص است، در دمای پایینتر سرعت تخریب غشاء کمتر بود و میزان آلفاتوکوفرول آزاد شده پس از حدود 30 دقیقه به حداکثر خود رسید این نتایج با داده‌های حاصل از کار

Schlörmann و همکاران (2015) مطابقت داشت با این حال با افزایش زمان برشته کردن تخریب توکوفرول‌های آزاد شده، آغاز گردید. سرعت تخریب آلفاتوکوفرول بین دو دمای اعمالی معنی‌دار بود اما نتایج حاصل از تخریب گاماتوکوفرول در دو دمای ذکر شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. به‌طورکلی، با توجه به خروج ترکیبات توکوفرولی از درون سلول‌ها و با افزایش دما و زمان برشته کردن و در نتیجه تخریب اولئوزوم‌ها، احتمال آسیب و تخریب بیشتر چربی و ترکیبات محلول در چربی مانند ویتامین E وجود دارد (Alamprese *et al.*, 2009).



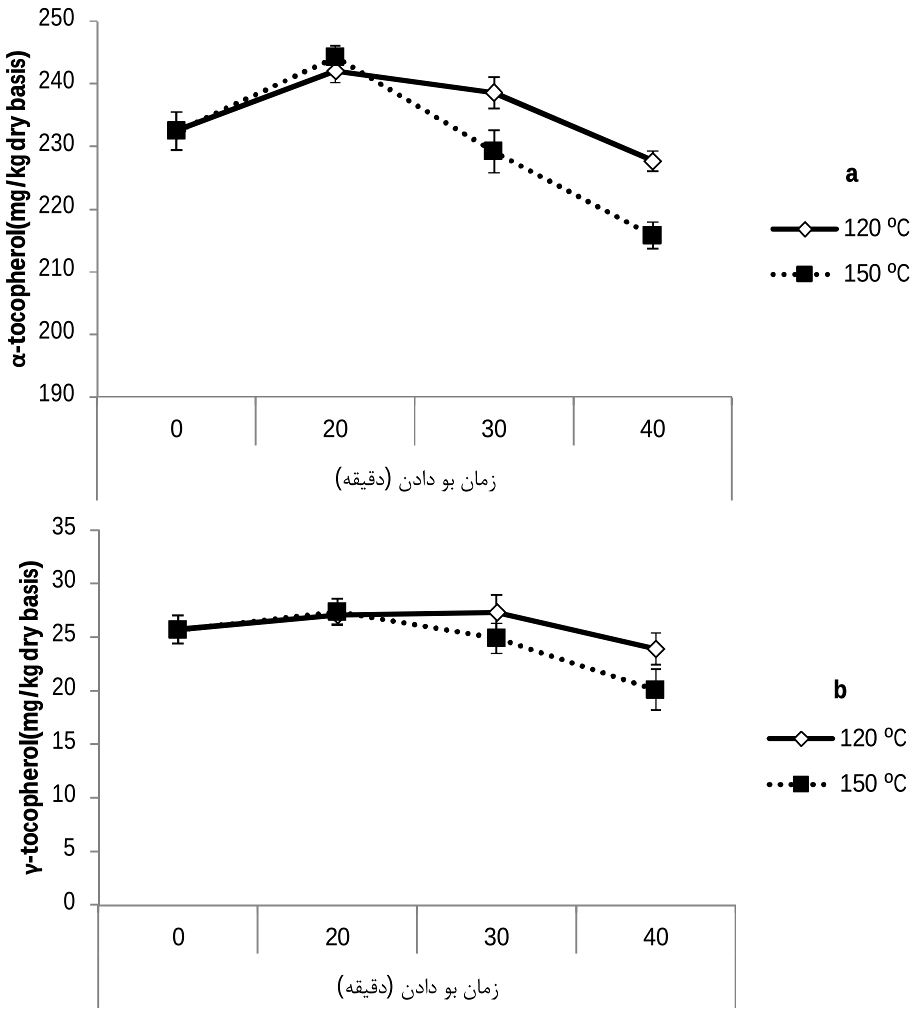


شکل 1- تغییرات میزان آلفا توکوفرول (a) و گاما توکوفرول (b) در بادام درختی

فندق

شکل 2 (a و b) تغییرات میزان آلفا و گاماتوکوفرول را طی دو دمای برشته کردن 120 و 150 درجه سانتی‌گراد و زمان‌های مختلف در فندق نشان می‌دهد. مشابه با تغییرات میزان آلفاتوکوفرول در بادام درختی، با افزایش زمان حرارت‌دهی تا 20 دقیقه، در هر دو دمای اعمالی محتوی آلفاتوکوفرول افزایش یافت. در ادامه، میزان آلفاتوکوفرول فندق که در 150 درجه سانتی‌گراد بو داده شده بود به‌صورت قابل توجهی کاهش یافت. این روند در دمای 120 درجه سانتی‌گراد ملایم‌تر بود و میزان آلفاتوکوفرول قبل از برشته کردن و پس از 40 دقیقه برشته کردن تفاوت چندانی با هم نداشت. این نتایج با نتایج حاصل از کار Schlörmann و همکاران (2015) مغایرت داشت. آنها گزارش کردند که در هر دو دمای بالا و پایین برشته کردن، میزان آلفاتوکوفرول کاهش قابل

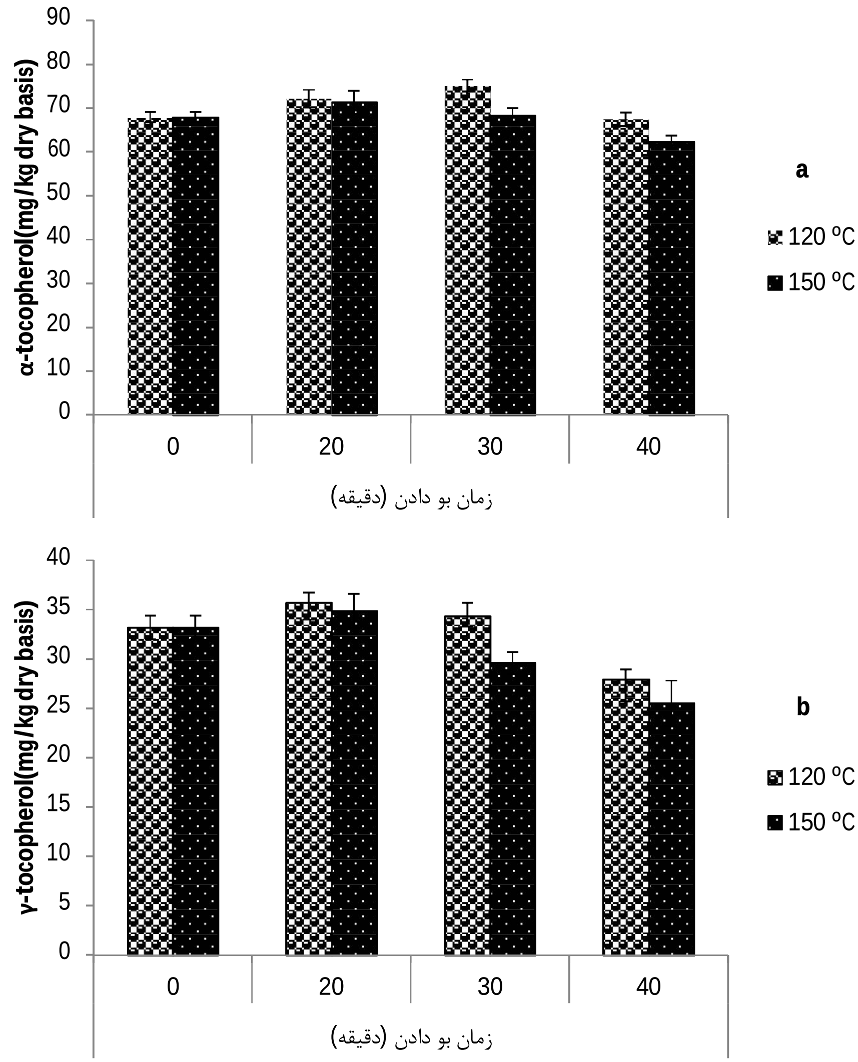
توجهی می‌یابد. در مقابل Amaral و همکاران (2006) گزارش کردند که با 18 دقیقه برشته کردن فندق‌ها در دمای 185 درجه سانتی‌گراد تنها 9% کاهش آلفاتوکوفرول در فندق‌های بو داده نسبت به انواع خام رخ داده است. اثر دما و زمان روی گاماتوکوفرول فندق تاثیر زیادی نداشت. به عبارتی پس از 20 و 30 دقیقه حرارت‌دهی به‌ترتیب در دماهای 150 و 120 درجه سانتی‌گراد، میزان گاماتوکوفرول اندکی افزایش نشان داد که این افزایش قابل توجه نبوده و در ادامه نیز مقدار آن کاهش یافت. میزان آلفاتوکوفرول نمونه‌ها بالاتر از گاماتوکوفرول بود و در مطالعات قبل نیز بالاتر بودن آلفاتوکوفورول نسبت به گاما گزارش شده است (Taş and Gökmen, 2015). Ciemniewska-Żytkiewicz و همکاران (2015) گزارش کردند که با افزایش زمان و دمای برشته کردن تغییرات محتوی توکوفرولی رفتارهای متفاوتی را در پیش می گیرد. به عبارت دیگر، تیمار دمایی می‌تواند به دلیل فرآیند اکسیداسیون و تخریب دمایی، میزان توکوفرول‌ها را کاهش دهد اما از طرف دیگر توکوفرول‌هایی که متصل به اجزای غشاء (برای مثال فسفولیپیدها) هستند تحت تیمار دمایی راحت‌تر آزاد شده و غلظت توکوفرول‌ها را افزایش می دهند. این توجیه با نتایج حاصل از کار ما به‌خوبی مطابقت داشت. همچنین محققین گزارش نمودند که در حرارت‌های بالا سرعت کاهش آلفاتوکوفرول بسیار زیاد بوده و علت آن بیشتر به فرایندهای اکسیداسیون ناشی از حرارت مربوط می‌گردد، در این فرایند رادیکال‌های توکوفروکسیل از توکوفرول‌ها حاصل می‌آیند (Barrera-Arellano *et al.*, 1999; Kamal-Eldin and Appelqvist, 1996).



شکل 2- تغییرات میزان آلفا توکوفرول (a) و گاما توکوفرول (b) در فندق

بادام‌زمینی

بادام‌زمینی یکی از منابع غنی از توکوفرول‌ها (خصوصا ایزومرهای آلفا و گاما) می‌باشد (Jonnala و همکاران، 2006). میزان آلفاتوکوفرول این مغز در واریته‌های مختلف متفاوت بوده اما به‌طورکلی در مغزهای خام بین 70 تا 90 میلی‌گرم بر کیلوگرم و بالاتر از میزان گاماتوکوفرول با مقدار تقریبی 40 تا 60 میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (Bauernfeind and Desai, 1977)، این تفاوت در مقدار ایزومرهای ویتامین E به فاکتورهای مختلفی چون واریته، شرایط رشد، ناحیه مورد کشت و... بستگی دارد.



شکل 3- تغییرات میزان آلفا توکوفرول (a) و گاما توکوفرول (b) در بادام‌زمینی

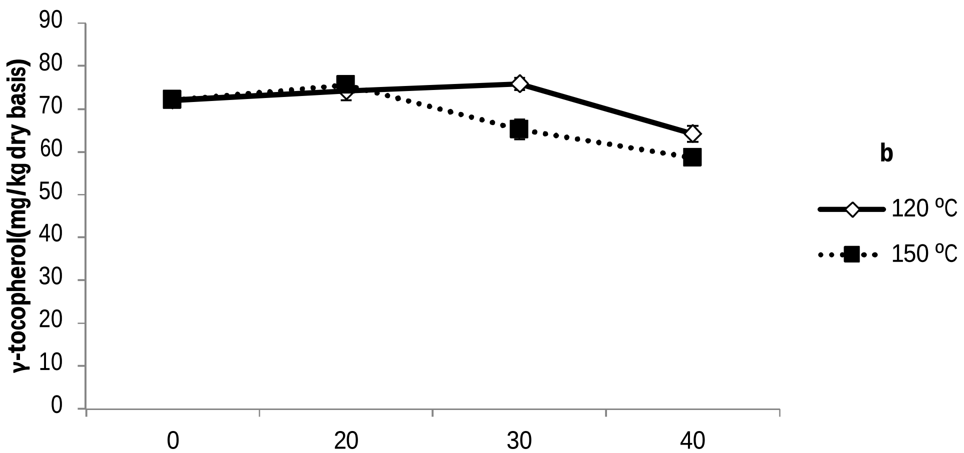
برشته کردن در دمای 120 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه موجب افزایش مقدار آلفاتوکوفرول مغز خام از 67/9 تا 75/1 میلی‌گرم بر کیلوگرم گردید.. با این حال با ادامه حرارت‌دهی تا 40 دقیقه مقدار آن تا مقدار اولیه خود یعنی 67/4 میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافت. این روند در دمای 150 درجه سانتی‌گراد تفاوت اندکی داشت به این صورت که بعد از 20 دقیقه برشته کردن میزان آلفاتوکوفرول تا 71/3 میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافته و پس از آن با شیب مداومی به مقدار نهایی 62/3 میلی‌گرم بر کیلوگرم رسید. Chun (2002) گزارش کردند که میزان کلی توکوفرول‌های بادام‌زمینی طی حرارت دهی در 140 درجه سانتی‌گراد افزایش اندکی می‌یابد، ولی برشته کردن در دمای 160 درجه سانتی‌گراد به مدت 20 دقیقه سبب کاهش آلفاتوکوفرول می‌گردد. همچنین آنها با کمک تصویربرداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM نشان دادند که سلول‌های اپیدرمی متورم شده و بافت پارانشیمی بادام‌زمینی‌های بو داده از هم گسیخته شده است. با توجه به مطالعات

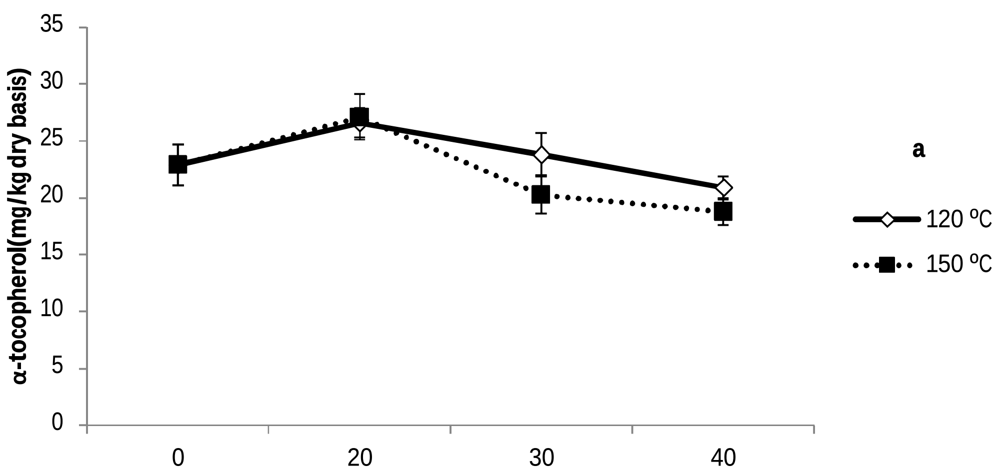
مختلفی که پیش از این بر روی مغزهای برشته انجام شده است، مشخص شد که اگرچه میزان توکوفرول‌ها به‌طور کلی با افزایش زمان و دمای برشته کردن کاهش می‌یابد، اما باقی ماندن بیش از 80% مقدار اولیه توکوفرول‌ها نسبت به مقدار اولیه نشان‌دهنده پایداری نسبی این ترکیبات نسبت به برشته کردن می‌باشد (Yoshida *et al.*, 2003). همچنین در تطابق با کار ما، Chun (2002) به این نتیجه رسید که حرارت‌دهی می تواند با افزایش روغن استحصالی و مهمتر از آن توکوفرول‌هایی که به دیگر اجزا دانه برای مثال پروتئین‌ها، فسفات‌ها یا فسفولیپیدها متصل می‌باشند، میزان این ترکیبات حیاتی را افزایش دهند. همچنین به‌طور کلی در صورتی که دمای برشته کردن کمتر و زمان آن طولانی‌تر باشد مغزها عطر و طعم بهتری پیدا کرده و عمر قفسه‌ای آنها افزایش می‌یابد(Moss and Otten, 1989).

میزان گاما توکوفرول بادام‌زمینی برشته شده در دمای 150 درجه سانتی‌گراد تا 20 دقیقه و 120 درجه سانتی‌گراد تا 30 دقیقه تقریبا ثابت بوده ولی پس از زمان‌های ذکر شده با شیب ملایم از 33/2 تا حدود 26 میلی‌گرم بر کیلوگرم کاهش یافت، نتایج حاصل از کار ما در رابطه با هر دو آلفا و گاماتوکوفرول با نتایج حاصل از کار Chun (2002) کاملاً مطابقت داشت.

پسته

شکل 4 (a و b) به‌ترتیب نشان‌دهنده تغییرات آلفا و گاماتوکوفرول در پسته‌های برشته شده است.





شکل 4- تغییرات میزان آلفاتوکوفرول (a) و گاماتوکوفرول (b) در پسته

در هر دو دمای حرارت‌دهی، برشته کردن تا 20 دقیقه سبب افزایش میزان آلفاتوکوفرول از 22/9 تا حدود 26/9 میلی‌گرم بر کیلوگرم گردید، در ادامه مقدار آلفاتوکوفرول باقی مانده در پسته‌هایی که تا 40 دقیقه حرارت داده شده بودند با شیب یکنواختی کاهش یافت و به 20/9

میلی‌گرم بر کیلوگرم رسید. نمونه‌هایی که در دمای 150 درجه سانتی‌گراد برشته شده بودند نیز با شیب متفاوت ولی کاهشی به مقدار نهایی آلفاتوکوفرول یعنی 18/8 رسیدند. در مورد گاماتوکوفرول نیز همانطور که در شکل 4b مشخص است، افزایش زمان برشته کردن تا 20 دقیقه در دمای 150 درجه سانتی‌گراد سبب می شود که میزان گاماتوکوفرول تا 75/7 میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یابد، برشته کردن در دمای 120 درجه سانتی‌گراد نیز سبب افزایش گاماتوکوفرول تا میزان قبلی شد منتها این افزایش پس از 30 دقیقه برشته کردن به‌دست آمد. پس از 20 و 30 دقیقه برشته کردن پسته‌ها به‌ترتیب در دمای 150 و 120 درجه سانتی‌گراد، میزان گاماتوکوفرول شدیدا کاهش یافته و به‌ترتیب به 58/6 و 64/2 میلی‌گرم بر کیلوگرم پس از 40 دقیقه برشته کردن رسید.

میزان گاماتوکوفرول در پسته خام به‌صورت قابل توجهی بالاتر از آلفاتوکوفرول (72 میلی‌گرم بر کیلوگرم در مقابل 22 میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. چنین اختلافی در مطالعات پیشین نیز تایید شده است (Bellomo and Fallico, 2007; Catalán *et al*., 2017; Ozrenk *et al*., 2012).

Stuetz و همکاران (2017) گزارش کردند که برشته کردن پسته در دمای 140 درجه سانتی‌گراد به مدت 25 دقیقه یا 160 درجه سانتی‌گراد به مدت 15 دقیقه نه تنها باعث کاهش میزان آلفا و گاماتوکوفرول پسته نشده بلکه مقدار آن را نسبت به مغز خام اندکی افزایش داده است، این نتایج با نتایج حاصل از کار Stuetz و همکاران (2017) مطابقت داشت. همچنین Goudarzi و همکاران (2017) که محتوی کل ویتامین E را در پسته‌های بو داده شده در دمای 120 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه بررسی کرده بودند نیز کاهش معنی‌داری در محتوای کل ویتامین E مشاهده نکردند. با این حال Ling و همکاران (2016) گزارش کردند که هر دو آلفا و گاماتوکوفرول در روغن پسته تحت تاثیر برشته کردن کاهش می‌یابند، این محققان از دو روش سنتی و میکروویو برای برشته کردن استفاده کرده بودند و این کاهش احتمالاً به‌خاطر شرایط مورد استفاده در فرآیند برشته کردن بوده که سبب تخریب حرارتی این اجزا شده است. کاهش میزان این دو ایزومر ویتامینی با نتایج حاصل از کار ما پس از 30 دقیقه برشته کردن مطابقت داشت. همچنین Schlörmann و همکاران (2015) مشابه با نتایج مطالعه ما به این نتیجه رسیدند که میزان آلفاتوکوفرول به‌جز دمای 185 درجه سانتی‌گراد و به مدت 21 دقیقه تحت تاثیر زمان و دمای برشته کردن قرار نمی‌گیرد، در مقابل گاماتوکوفرول پسته برشته شده در 123/6 درجه سانتی‌گراد به مدت 25 دقیقه نسبت به پسته خام افزایش یافته اما با افزایش زمان و دمای برشته کردن به‌ترتیب به 152/1 درجه سانتی‌گراد و 20 دقیقه کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان دادند که دما و زمان برشته کردن هر دو بر محتوی آلفا و گاماتوکوفرول چهار مغز بادام درختی، فندق، بادام‌زمینی و پسته تاثیر دارند. هر دو دمای مورد استفاده در ابتدای حرارت دادن سبب افزایش مقدار دو ایزومر ویتامین E شدند، اما با ادامه حرارت‌دهی، مقدار این دو ایزومر رو به کاهش گذاشت. بیشترین مقدار دو ایزومر برای چهار مغز بو داده شده در دمای 120 درجه سانتی‌گراد پس از 30 دقیقه و در دمای 150 درجه سانتی‌گراد پس از 20 دقیقه به‌دست آمد. از نتایج این تحقیق می‌توان در بهبود فاکتورهای تاثیرگذار (دما و مدت زمان حرارت‌دهی) فرآیند برشته کردن برای حفظ بیشتر ترکیبات مغزی آجیل‌ها در صنعت خشکبار بهره برد.

منابع

Alamprese, C., Ratti, S. and Rossi, M., 2009. Effects of roasting conditions on hazelnut characteristics in a two-step process. *Journal of food engineering*, *95*(2), pp.272-279.

Amaral, J.S., Casal, S., Seabra, R.M. and Oliveira, B.P., 2006. Effects of roasting on hazelnut lipids. *Journal of agricultural and food chemistry*, *54*(4), pp.1315-1321.

Ballistreri, G., Arena, E. and Fallico, B., 2009. Influence of Ripeness and Drying Process on the Polyphenols and Tocopherols of Pistacia vera L. *Molecules*, *14*(11), pp.4358-4369.

Barrera-Arellano, D., Ruiz-Méndez, V., Márquez Ruiz, G. and Dobarganes, C., 1999. Loss of tocopherols and formation of degradation compounds in triacylglycerol model systems heated at high temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *79*(13), pp.1923-1928.

Bauernfeind, J.C. and Desai, I.D., 1977. The tocopherol content of food and influencing factors. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, *8*(4), pp.337-382.

Bellomo, M.G. and Fallico, B., 2007. Anthocyanins, chlorophylls and xanthophylls in pistachio nuts (Pistacia vera) of different geographic origin. *Journal of Food Composition and Analysis*, *20*(3-4), pp.352-359.

Butinar, B., Bučar-Miklavčič, M., Mariani, C. and Raspor, P., 2011. New vitamin E isomers (gamma-tocomonoenol and alpha-tocomonoenol) in seeds, roasted seeds and roasted seed oil from the Slovenian pumpkin variety 'Slovenska golica'. *Food chemistry*, *128*(2), pp.505-512.

Catalán, L., Alvarez-Ortí, M., Pardo-Giménez, A., Gomez, R., Rabadan, A. and Pardo, J.E., 2017. Pistachio oil: A review on its chemical composition, extraction systems, and uses. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *119*(5).

Ciemniewska-Żytkiewicz, H., Verardo, V., Pasini, F., Bryś, J., Koczoń, P. and Caboni, M.F., 2015. Determination of lipid and phenolic fraction in two hazelnuts (Corylus avellana L.) cultivars grown in Poland. *Food chemistry*, *168*, pp.615-622.

Chun, J.Y., 2002. *Vitamin E content and stability in peanuts and peanut products during processing and storage* (Doctoral dissertation, uga).

Delgado-Zamarreno, M.M., Bustamante-Rangel, M., Sanchez-Perez, A. and Hernández-Méndez, J., 2001. Analysis of vitamin E isomers in seeds and nuts with and without coupled hydrolysis by liquid chromatography and coulometric detection. *Journal of Chromatography A*, *935*(1-2), pp.77-86.

Garcıa-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V. and Salazar, D.M., 2003. Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds. *Biosystems Engineering*, *84*(2), pp.201-209.

Goudarzi, S., Sharifi, T. A., Ahmadi, A., Rezapour, S., & Sadighara, P., 2017. Influence of Different Roasting Conditions in the Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of the Pistachio Nuts. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(6), pp. 991-993.

Grilo, E.C., Costa, P.N., Gurgel, C.S.S., Beserra, A.F.D.L., Almeida, F.N.D.S. and Dimenstein, R., 2014. Alpha-tocopherol and gamma-tocopherol concentration in vegetable oils. *Food Science and Technology (Campinas)*, *34*(2), pp.379-385.

Jensen, S.K. and Lauridsen, C., 2007. α-Tocopherol Stereoisomers. *Vitamins & Hormones*, *76*, pp.281-308.

Jonnala, R.S., Dunford, N.T. and Dashiell, K.E., 2006. Tocopherol, phytosterol and phospholipid compositions of new high oleic peanut cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, *19*(6-7), pp.601-605.

Kamal-Eldin, A. and Appelqvist, L.Å., 1996. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids*, *31*(7), pp.671-701.

Kodad, O., Socias i Company, R., Prats, M.S. and López Ortiz, M.C., 2006. Variability in tocopherol concentrations in almond oil and its use as a selection criterion in almond breeding. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *81*(3), pp.501-507.

Ling, B., Yang, X., Li, R. and Wang, S., 2016. Physicochemical properties, volatile compounds, and oxidative stability of cold pressed kernel oils from raw and roasted pistachio (Pistacia vera L. Var Kerman). *European Journal of Lipid Science and Technology*, *118*(9), pp.1368-1379.

Moss, J.R. and Otten, L., 1989. A relationship between colour development and moisture content during roasting of peanuts. *Canadian Institute of food science and technology journal*, *22*(1), pp.34-39.

Ozrenk, K., Javidipour, I., Yarilgac, T., Balta, F. and Gundogdu, M., 2012. Fatty acids, tocopherols, selenium and total carotene of pistachios (P. vera L.) from Diyarbakir (Southestern Turkey) and walnuts (J. regia L.) from Erzincan (Eastern Turkey). *Food Science and Technology International*, *18*(1), pp.55-62.

Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M.H. eds., 2001. *Antioxidants in food: practical applications*. CRC press.

Schlörmann, W., Birringer, M., Böhm, V., Löber, K., Jahreis, G., Lorkowski, S., Müller, A.K., Schöne, F. and Glei, M., 2015. Influence of roasting conditions on health-related compounds in different nuts. *Food chemistry*, *180*, pp.77-85.

Stuetz, W., Schlörmann, W. and Glei, M., 2017. B-vitamins, carotenoids and α-/γ-tocopherol in raw and roasted nuts. *Food chemistry*, *221*, pp.222-227.

Taş, N.G. and Gökmen, V., 2015. Profiling triacylglycerols, fatty acids and tocopherols in hazelnut varieties grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, *44*, pp.115-121.

Vaidya, B. and Choe, E., 2011. Effects of seed roasting on tocopherols, carotenoids, and oxidation in mustard seed oil during heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *88*(1), pp.83-90.

Wagner, K.H., Kamal-Eldin, A. and Elmadfa, I., 2004. Gamma-tocopherol–an underestimated vitamin? *Annals of nutrition and metabolism*, *48*(3), pp.169-188.

Yoshida, H., Hirakawa, Y., Tomiyamaa, Y. and Mizushina, Y., 2003. Effects of microwave treatment on the oxidative stability of peanut (Arachis hypogaea) oils and the molecular species of their triacylglycerols. *European journal of lipid science and technology*, *105*(7), pp.351-358.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 16, No. 4, Oct- Nov 2020, p. 357-365

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 16، شماره 4، مهر - آبان 1399، ص. 365-357

Evaluation of alpha and gamma tocopherol content of almond, hazelnut, peanut and pistachio during roasting process

R. Farahmandfar[1*], S. Salmani [2 and 3], H. Fahim [2]

Received: 2018.10.07
Accepted: 2019.09.14

Introductıon: Nuts are one of the major resources of bioactive compounds such as tocopherols, tocotrienols, sterols (Jensen and Lauridsen, 2007). Tocopherols include 8 natural homologues that all of them belongs to vitamin E group (Chun, 2002). It is well known that vitamin E has good antioxidant activity and among its isomers, α-tocopherol and γ-tocopherol have highest biological activity and free radical scavenging, respectively (Grilo et al., 2014). In recent years, the beneficial health effects of vitamin E on some disease such as cancer and heart disorders attract researcher's attentions (Wagner et al., 2004).

Roasting process changes the chemical and nutritional properties of nuts, including antioxidants, vitamins, colors, and aroma mostly through Maillard reaction (Alamprese et al., 2009; Ballistreri et al., 2009). Due to the importance of vitamin E antioxidant activity and its heat sensitivity, the residual amounts of them after different roasting conditions were investigated.

Materials and methods: Samples were spreaded in alominum foil and placed in forced air oven at 120 and 150 ºC and different time intervals including 0, 20, 30 and 40 min. After roasting, samples were powdered, then 0.5 g of each sample plus 0.05 g ascorbic acid were added to 0.5 mL ethanol (90.2%) and 0.5 mL KOH and mixed in a tube (16× 125 mm). The tube was then placed in water bath for 30 min. Then, the tube were placed in ice bath for 5 min, then 3 mL deionized water, 5 mL hexane were added to the tube and vortexed for 30 s and centrifuged for 10 min at 1000 rad/s at ambient temperature. The extraction was done twice. Hexane layer evaporated with nitrogen then 1 mL of mobile phase added to tube and vortexed again. Prepared samples then were injected to HPLC (Knuer- Germany).

Results and discusion: Based on the obtained results, α-tocopherol content in almond was more than γ-tocopherol. After 20 and 30 min of roasting, at 150 and 120 ºC respectively, the amount of α-tocopherol slightly increased, while it decreased with increasing roasting time. γ-tocopherol content in almond at both temperatures also increased up to 20 min roasting and decreased till the end of process. In hazelnut, at both temperatures up to 20 min and then decreased till end of roasting process. This trend was shown for peanut tocopherols as well. With increasing in roasting time, α-tocopherol and γ-tocopherol content decreased to their initial level. It has suggested that tocopherols which attached to the other components such as phospholipids released more conveniently under thermal treatment like roasting which leads to increase their concentrations at initial of thermal process. In pistachio, 150 and 120 ºC respectively caused to increase in γ-tocopherol content, respectively while its content decreased up to the end of roasting time (40 min). α-tocopherol content at both temperatures increased after 20 min, then decreased gradually as time passes. Results indicated that both time and temperature of roasting had a significant effect on α- and γ-tocopherol of four nuts. Although both of temperatures in our study significantly on increased vitamin E isomers at the start of roasting process, their contents decreased with increasing in roasting time. Maximum amount of both isomers were detected at 120 ºC after 30 min and at 150 ºC after 20 min.

Keywords: Almond, Peanut, Roasting, Pistachio, Hazelnut

1 and 2. Associate Professor and PhD Student, Department of Food Science and Technology, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3. Technician, Laboratory control of food, beverage and cosmetic, Food and Drug Department, Kermanshah university of medical sciences
(*- Corresponding Author Email: r.farahmandfar@sanru.ac.ir)